

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
28. November 2002 (28.11.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/095470 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G02B 6/42,**  
6/293

[DE/DE]; Grünstadterweg 20, 12559 Berlin (DE): **PLICK-  
ERT, Volker** [DE/DE]; Jochen-F.-Steege-Siedlung, 30,  
14656 Brieselang (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02077

(22) Internationales Anmeldedatum:  
23. Mai 2001 (23.05.2001)

(74) Anwalt: **MÜLLER, Wolfram, H.**; Maikowski & Ninnemann, Kurfürstendamm 54-55, 10707 Berlin (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

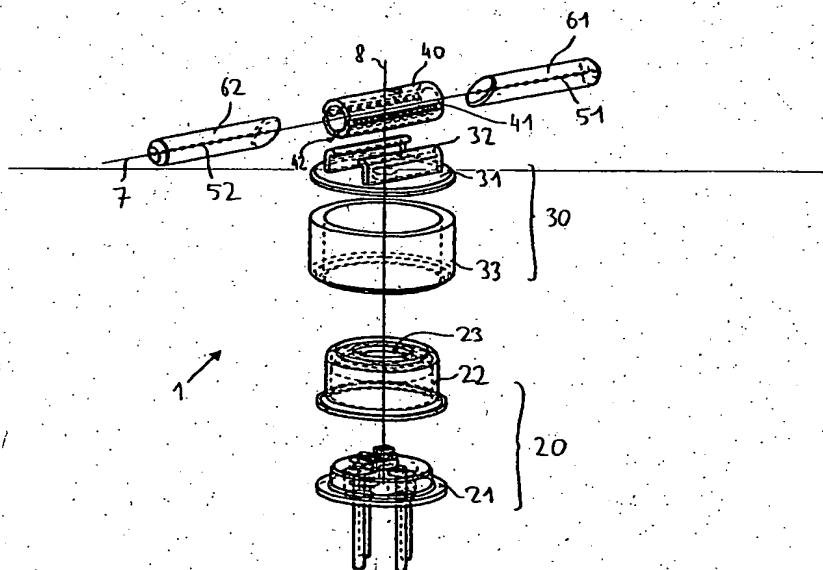
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MELCHIOR, Lutz**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRO-OPTICAL MODULE FOR THE TRANSMISSION AND/OR RECEIVING OF OPTICAL SIGNALS FROM AT LEAST TWO OPTICAL DATA CHANNELS

(54) Bezeichnung: ELEKTRO-OPTISCHES MODUL ZUM SENDEN UND/ODER EMPFANGEN OPTISCHER SIGNALE MINDESTENS ZWEIER OPTISCHER DATENKANÄLE



(57) Abstract: The invention relates to a electro-optical module for the transmission and/or receiving of optical signals from at least two optical data channels which are fed through a light waveguide. According to the invention, the light waveguide forms at least two light waveguide sections (51, 52) in the module, each with at least one inclined front face (51a, 51b). The light waveguide sections (51, 52) are positioned axially one behind the other at the inclined front faces (51a, 51b) and a light injection or light decoupling into or from the light waveguide occurs for a particular optical data channel, whereby light for the optical data channel is introduced or exits from an inclined front face (52a) at an angle to the optical axis (7) of the light waveguide.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/095470 A1



TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein elektro-optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale mindestens zweier optischer Datenkanäle, die in einem Lichtwellenleiter geführt werden. Erfindungsgemäß bildet der Lichtwellenleiter in dem Modul mindestens zwei Lichtwellenleiterabschnitte (51, 52) mit jeweils mindestens einer angeschrägten Stirnfläche (51a, 51b) aus, wobei die Lichtwellenleiterabschnitte (51, 52) an den angeschrägten Stirnflächen (51a, 51b) axial hintereinander positioniert sind und für einen bestimmten optischen Datenkanal eine Lichteinkopplung in oder Lichtauskopplung aus dem Lichtwellenleiter erfolgt, indem Licht des optischen Datenkanals unter einem Winkel zur optischen Achse (7) des Lichtwellenleiters auf eine angeschrägte Stirnfläche (52a) geleitet wird oder aus dieser austritt.

## Beschreibung

Bezeichnung der Erfindung: Elektro-optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale mindestens zweier  
5 optischer Datenkanäle.

Die Erfindung beriff ein elektro-optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale mindestens zweier optischer Datenkanäle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10

Module für einen bidirektionalen optischen Datenverkehr etwa in einer Sternstruktur arbeiten derart, daß Datenströme gegeneinander - in Richtung zu einem zentralen Einspeisepunkt ("upstream") und in Richtung zu weiteren Empfängern  
15 ("downstream") - in einer Lichtleitfaser übertragen werden, wobei gleiche oder unterschiedliche Wellenlängen für die einzelnen Datenkanäle verwendbar sind. Es werden insbesondere Wellenlängen-Multiplex Verfahren eingesetzt, bei denen Lichtsignale mehrerer Wellenlängen gleichzeitig auf einer  
20 Lichtleitfaser übertragen werden. Es besteht somit ein Bedarf nach elektro-optischen Modulen mit Sende- und Empfangsbaulementen, die Signale mehrerer optischer Datenkanäle in eine Lichtleitfaser ein- bzw. aus dieser auskoppeln.

25

Ein gattungsgemäßes Modul ist aus der EP-A-238 977 bekannt. Bei diesem Sende- und Empfangsmodul für ein bidirektionales Kommunikationsnetz ist eine Freistrahloptik realisiert, bei der zwischen einer Laserdiode und einem Lichtleitfaserende  
30 Kugellinsen im Abstand voneinander angeordnet sind, die das Laserlicht auf das Faserende fokussieren. Zwischen den Kugellinsen ist zur Wellenlängenseparation ein wellenlängenselektiver Strahlteiler angeordnet, der vom Faserende abgestrahltes Licht, das eine von der Wellenlänge  
35 des Laserlichts verschiedene Wellenlänge aufweist, von dem Strahlengang trennt und einem Detektor bzw. Empfangsbaulement zuleitet.

Nachteilig an diesem bekannten Modul ist, daß das Licht durch Freistrahلبereiche geführt wird. So arbeiten die verwendeten Linsen refraktiv, d.h. die Brechkraft wirkt nur an der Grenzfläche zwischen Linse und Luft. Das Vorliegen von

5 Freistrahلبereichen erfordert eine hermetische Abkapselung des Moduls, um Kondensationen im Freistrahلبereich zu verhindern. Weiter muß das bekannte Modul mechanisch sehr stabil und unempfindlich gegenüber Temperaturschwankungen sein, um eine sichere Einkopplung des Laserlicht in die

10 Lichtleitfaser zu gewährleisten (der Durchmesser einer Single-Mode-Lichtleitfaser beträgt in der Regel lediglich 9,3  $\mu\text{m}$ ). Schließlich ist als Nachteil des bekannten Moduls anzusehen, daß eine elektrische Anschlußkontaktierung an zwei unterschiedlichen Seiten des Moduls erfolgen muß. Dies

15 verursacht beim Anwender einen erhöhten Montageaufwand.

Aus der WO-A-96/00915 ist ein Modul zum Multiplexen/Demultiplexen von optischen Signalen bekannt, das auf einem Substrat ein Phased-Array-Gitter ausbildet, das

20 sowohl zur Trennung als auch zur Zusammenführung einer Mehrzahl von optischen Kanälen verwendet wird. Die Wellenleiter sind als integriert optische Wellenleiter ausgebildet. Nachteilig ist bei dieser Anordnung, daß die Sende- und Empfangsbaulemente unverkapt auf oder an dem

25 Substrat montiert werden müssen. Auch sind die Substrate relativ groß, da die Wellenleiter in großen Radien geführt werden müssen, und dementsprechend teuer. Ein weiteres Problem besteht darin, daß spezielle Konstruktionen erforderlich sind, um externe Lichtwellenleiter an das

30 Substrat anzukoppeln.

Weiter sind vollintegrierte bidirektionale Module zum Senden und Empfangen optischer Signale bekannt, bei denen Wellenleiter, Sendebaulement und Empfangsbaulement auf

35 einem gemeinsamen halbleitendem Substratträger integriert sind. Diese Module sind jedoch sehr teuer.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein auf einem neuen Modulkonzept beruhendes optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale zur Verfügung zu stellen, das einfach, kompakt und modular aufgebaut und  
5 kostengünstig herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein optisches Modul mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den  
10 Unteransprüchen angegeben.

Danach zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, daß der Lichtwellenleiter in dem Modul mindestens zwei Lichtwellenleiterabschnitte mit jeweils mindestens einer  
15 angeschrägten Stirnfläche ausbildet, wobei die Lichtwellenleiterabschnitte an den angeschrägten Stirnflächen axial hintereinander positioniert sind. Für einen bestimmten optischen Datenkanal erfolgt eine Lichteinkopplung in oder Lichtauskopplung aus dem Lichtwellenleiter, indem Licht des  
20 optischen Datenkanals unter einem Winkel zur optischen Achse des Lichtwellenleiters auf eine angeschrägte Stirnfläche geleitet wird oder aus dieser austritt.

Die erfindungsgemäße Lösung sieht ein Aufbaukonzept vor, das auf der Verwendung einer Art optischen "T-Stücks" basiert, bei dem der waagerechte "T-Balken" durch aneinander  
25 angrenzende Lichtwellenleiterabschnitte realisiert wird. Eine senkrechte bzw. transversale Aus-/Einkopplung von Licht aus/in den Lichtwellenleiter wird durch angeschrägte  
30 Stirnflächen von Lichtwellenleiterabschnitten realisiert, an denen das Licht transversal abgestrahlt bzw. eingekoppelt wird. Einer solchen Stirnfläche ist dabei jeweils ein im wesentlichen senkrecht zur optischen Achse des  
Lichtwellenleiters angeordnetes Sende- oder  
35 Empfangsbauelement zugeordnet. Die optische Kopplung erfolgt derart, daß das an einer angeschrägten Stirnfläche umgelenkte Licht den Mantel des Lichtwellenleiterabschnitts (sowie

angrenzende Materialien) durchtritt und dann im wesentlichen freistrahrend mit dem optisch aktiven Bereich des Sende- oder Empfangsbauelements koppelt bzw. umgekehrt.

- 5 Die Erfindung stellt eine geschlossene Wellenleitung in einem transparenten Medium zur Verfügung, das zur Einkopplung bzw. Auskopplung von Licht aus dem Lichtwellenleiter im wesentlichen ohne eine Freistrahloptik auskommt. Die Stabilität gegenüber thermischen und mechanischen Belastungen ist dabei aufgrund der geschlossenen Wellenleitung und dem Fehlen fehlerverstärkender Optiken sehr hoch. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß keine separat zu montierenden wellenlängenselektiven Elemente erforderlich sind, da die angeschrägten Stirnflächen der Lichtwellenleitersegmente als
- 10 Träger dieser wellenlängenselektiven Elemente dienen.
- 15

- Auch stellt einen Vorteil dar, daß die erfindungsgemäße Lösung ein nahes Heranführen des Lichtwellenleiters an das Sende- oder Empfangsbauelement ermöglicht, das sich unmittelbar an eine Halterung des Lichtwellenleiters anschließen kann, und daß die elektrischen Anschlüsse des Moduls an einer Seite des Moduls liegen. Letzteres ermöglicht eine einfache Montage.
- 20

- 25 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens eine Stirnfläche der Lichtwellenleiterabschnitte mit einem wellenselektiven Filter beschichtet. Dies ermöglicht eine Wellenlängen-Multiplex-Anwendung, bei der auf dem Lichtwellenleiter Lichtsignale verschiedener Wellenlängen übertragen werden. Über den stirnflächenseitig aufgebraachten wellenselektiven Filter wird jeweils eine Wellenlänge ausgekoppelt, während die Stirnfläche für die weitere(n) Wellenlänge(n) transparent ist.
- 30

- 35 Bevorzugt ist vorgesehen, daß die Stirnflächen zweier aneinandergrenzender Lichtwellenleiterabschnitte koplanar sind. Damit liegen die beiden Stirnflächen

aneinandergrenzender Lichtwellenleiterabschnitte unmittelbar und möglichst fügespaltfrei aneinander, so daß kaum Verluste durch Reflexionen zwischen den beiden Stirnflächen entstehen. Der Winkel der Stirnflächen gegenüber der optischen Achse des Lichtwellenleiters beträgt im wesentlichen  $45^\circ$ . Der Begriff "im wesentlichen" ist dabei dahingehend zu verstehen, daß auch Abweichungen von diesem Wert (von bis zu  $20^\circ$ ) vorliegen können, etwa um eine Rückkopplung zu vermeiden. Wesentlich ist allein, daß eine ausreichende Umlenkung des eingekoppelten bzw. ausgekoppelten Lichtes durch die angeschrägte Stirnfläche bereitgestellt wird.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind die Lichtwellenleiterabschnitte jeweils in einer Glasferrule angeordnet, die für Licht der verwendeten Wellenlängen transparent ist und die an ihren Enden eine den Lichtwellenleiterabschnitten entsprechend angeschrägte Stirnfläche aufweist. Das umgelenkte Licht durchstrahlt dabei zunächst den Mantel des Lichtwellenleiterabschnitts und dann die Glasferrule bzw. umgekehrt. Die Glasferrulen stellen eine sichere Halterung und Führung der Lichtwellenleiterabschnitte zur Verfügung.

Eine bevorzugte Ausführungsform sieht den Einsatz eines Montageröhrchens vor, das die einzelnen Glasferrulen und die darin angeordneten Lichtwellenleiterabschnitte aufnimmt und axial zueinander positioniert. Das Montageröhrchen weist bevorzugt einen Längsschlitz auf, wobei die Glasferrulen federnd umfaßt werden. Dabei können Toleranzen des Röhrcheninnendurchmessers durch die Federwirkung kompensiert werden, so daß nur noch die Toleranzen der Glasferrulen-Außendurchmesser wirken.

Die Verwendung eines die Glasferrulen federnd aufnehmende Montageröhrchens mit Längsschlitz wird auch die Montage der Lichtwellenleiterabschnitte bzw. zugehörigen Glasferrulen vereinfacht. Es ist beim Einbringen der



- Glasferrulenabschnitte anzustreben, diese möglichst fügespaltfrei an ihren angeschrägten Stirnflächen aneinanderzureihen. Bei einer leichtgängigen spielfreien Passung zwischen der Außenfläche der Ferrule und der
- 5 Innenseite des Montageröhrchens ist ein im wesentlichen spaltfreies Aneinanderliegen der schrägen Endflächen durch bloßes Aneinanderdrücken der Einzelferrulen möglich, wobei aufgrund der federnden Anordnung im Montageröhrchen und der damit verbundenen Kraft auf die Einzelferrulen eine einmal
- 10 erreichte Position beibehalten wird. Dabei wird eine eventuell nicht vorhandene Koplanarität der Stirnflächen durch axialen Druck auf die Einzelferrulen hergestellt, der zu einer Drehung der Einzelferrulen um die gemeinsame Achse führt, bis Koplanarität besteht.
- 15 Mit Vorteil wird ein eventueller noch vorhandener Spalt zwischen den Stirnflächen aneinander angrenzender Lichtwellenleiterabschnitte durch ein in seiner Brechzahl angepaßtes Immersionsmittel gefüllt. Hierzu ist bevorzugt
- 20 vorgesehen, daß im Montageröhrchen im Bereich der aneinander angrenzenden Lichtwellenleiterabschnitte bzw. Glasferrulen jeweils eine radiale Öffnung zum Einführen des Immersionsmittels ausgebildet ist.
- 25 Bevorzugt sind an dem Montageröhrchen Fixiermittel zur Fixierung des Montageröhrchens an einer Halterung ausgebildet sind. Bei den Fixiermitteln handelt es sich insbesondere um Längsnuten.
- 30 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind in dem Modul in Richtung der optischen Achse des Lichtwellenleiters bzw. der Lichtwellenleiterabschnitte mehrere Sende- oder Empfangsbaulemente hintereinander angeordnet, denen jeweils eine angeschrägte Stirnfläche eines
- 35 Lichtwellenleiterabschnitts zugeordnet ist. Das erfindungsgemäße Modul besitzt dabei Eigenschaften eines Baukastens, da verschiedene Sende- oder Empfangselemente

beliebig hintereinander anordbar und damit insbesondere zu einer Multiplex-/Demultiplexanordnung erweiterbar sind, bei der beliebig viele Sende- und/oder Empfangsbauelemente hintereinander angeordnet sind. Die Stirnflächen der  
5 einzelnen Lichtwellenleiterabschnitte sind dabei mit wellenlängenselektiven Filtern für unterschiedliche Wellenlängen beschichtet, so daß an jedem Grenzbereich zwischen zwei aneinandergrenzenden  
10 Lichtwellenleiterabschnitte jeweils ein Datenkanal ein- oder ausgekoppelt wird.

Die optische Achse eines Sende- oder Empfangsbauelements verläuft dabei (bei 45° Anschrägung der Stirnfläche des zugeordneten Lichtwellenleiterabschnitts) jeweils im  
15 wesentlichen senkrecht zu der optischen Achse des Lichtwellenleiterabschnitts. „Im wesentlichen senkrecht“ bedeutet dabei, daß ein Winkel vorliegt, der eine Umlenkung des auf die Stirnfläche des Lichtwellenleiterabschnitts fallenden Lichts in den Lichtwellenleiterabschnitt erlaubt  
20 bzw. umgekehrt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Sende- oder Empfangsbauelemente jeweils in einem TO-Gehäuse angeordnet. TO-Gehäuse sind im Stand der Technik bekannte Standardgehäuse  
25 für optische Sende- oder Empfangsmodule, deren Form dem Gehäuse eines (klassischen) Transistors ähnelt, die jedoch an der Oberseite ein Glasfenster zum Lichtein- und -austritt aufweisen. Das erfindungsgemäße Modul weist dabei bevorzugt ein einem TO-Gehäuse jeweils zugeordnetes Montagegehäuse auf,  
30 das zum einen das TO-Gehäuse aufnimmt und zum anderen einen Haltesockel zur Aufnahme und Halterung des Montageröhrchens besitzt. Das Gehäuse besitzt dabei ein Lichtdurchtrittsfenster oder besteht aus einem lichtdurchlässigen Material, um den Strahlengang zwischen der  
35 Stirnfläche des jeweiligen Lichtwellenleiterabschnitts und dem Sende- oder Empfangsbauelement nicht zu stören.

Das Sende- oder Empfangselement kann jedoch auch anders als in einem TO-Gehäuse, beispielsweise in einem Halbleitergehäuse angeordnet sein, das auf einer Leiterplatte befestigbar ist. Das Montageröhrchen ist dann auf einer Seite  
5 des Halbleitergehäuses befestigt.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, daß im Strahlengang zwischen einer Stirnfläche eines Lichtwellenleiterabschnittes und dem zugeordneten Sende- oder Empfangsbaulement jeweils  
10 eine Linse zur Strahlfokussierung angeordnet ist. Wenn sich das Sende- oder Empfangsbaulement sehr nahe an dem zugehörigen Lichtwellenleiterabschnitt befindet, kann auf eine Linsenoptik jedoch auch verzichtet werden.

15 In einer Ausgestaltung der Erfindung vergrößert sich der Lichtwellenleiterkern von einem ersten Lichtwellenleiterabschnitt zu einem benachbarten Lichtwellenleiterabschnitt. Dies ist insbesondere dann von Interesse, wenn das durch die Stirnfläche des  
20 Lichtwellenleiterabschnitts mit vergrößertem Kern durchtretende Licht auf einen Empfänger mit vergrößerter lichtempfindlicher Schicht abgebildet werden soll.

Der Lichtwellenleiter bzw. die einzelnen  
25 Lichtwellenleiterabschnitte sind bevorzugt jeweils ein Single-Mode-Wellenleiter. Aufgrund des modularen Konzepts der Erfindung können jedoch auch unterschiedliche Wellenleitertypen miteinander kombiniert werden, beispielsweise Single-Mode Fasern und Multi-Mode Fasern. Auch  
30 können grundsätzlich ausschließlich Multi-Mode Fasern verwendet werden.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Verwendung unterschiedlicher Wellenlängen zur Übertragung von Daten  
35 mehrerer Datenkanäle zwar bevorzugt, jedoch nicht unbedingt erforderlich ist. Unterschiedlichen Datenkanäle können bei nur einer verwendeten Wellenlänge beispielsweise über eine

unterschiedliche Kodierung oder unterschiedliche Zeitfenster realisiert werden. Dabei bilden die aneinandergrenzenden Stirnflächen zweier Lichtwellenleiterabschnitte beispielsweise einen 50/50 Strahlteiler aus, der dafür sorgt, jeweils daß Licht auf das Sende- oder Empfangsbau-  
5 gelenkt wird. Die Daten eines bestimmten Datenkanals werden dabei in einer Auswerteinheit bestimmt.

Auch liegt es im Rahmen der Erfindung, daß Licht einer bestimmten Wellenlänge nicht unmittelbar an den angeschrägten Stirnflächen, sondern davor oder dahinter, etwa an einem  
10 einem Empfangsbau- element zugeordneten Filter selektiert wird.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele  
15 näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Explosionsdarstellung eines erfindungsgemäßen elektro-optischen Moduls mit einem in einem TO-  
20 Gehäuse angeordneten Sende- oder Empfangsbau- element;

Figur 2a eine perspektivische Darstellung des zusammengebauten Moduls der Fig. 1;

25 Figur 2b einen Schnitt durch das Modul gemäß Figur 2a quer zur optischen Achse des Lichtwellenleiters des Moduls;

30 Figur 2c einen Schnitt durch das Modul der Figur 2a parallel zur optischen Achse des Lichtwellenleiters;

Figur 3a eine vergrößerte Ansicht des Kopplungsbereichs des Moduls gemäß der Darstellung der Figur 2b;

35 Figur 3b eine weitere Vergrößerung des Kopplungsbereichs des Moduls;

- Figur 4a eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Moduls mit drei hintereinander angeordneten Sende- oder Empfangsbaulementen, die jeweils in einem TO-Gehäuse angeordnet sind;
- Figur 4b eine Seitenansicht des Moduls der Figur 4a;
- Figur 4c eine Draufsicht auf das Modul der Figur 4a;
- Figur 4d eine Schnittansicht des Moduls der Figur 4a, wobei die jeweiligen Koppelbereiche zusätzlich jeweils vergrößert dargestellt sind;
- Figur 5a eine Draufsicht auf ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Moduls mit drei in einer Reihe hintereinander angeordneten Sende- oder Empfangsbaulementen;
- Figur 5b eine Seitenansicht des Moduls der Figur 5a;
- Figur 5c eine Frontansicht des Moduls der Figur 5a;
- Figur 6 ein Diagramm, in dem die Einfügedämpfung in Abhängigkeit von Einkoppeltoleranzen für mehrere Kopplungsverfahren dargestellt ist;
- Figur 7a eine schematische Darstellung einer Anordnung zur Erstellung einer Meßkurve gemäß Figur 6, bei der eine stirnseitige Einkopplung von Licht in einen Lichtwellenleiter erfolgt und
- Figur 7b eine schematische Darstellung einer Anordnung zur Erstellung einer Meßkurve gemäß Figur 6, bei der eine erfindungsgemäße Einkopplung von Licht in einen Lichtwellenleiter erfolgt.

Die Figuren 1 bis 3 zeigen ein erfindungsgemäßes Modul, bei dem für eine bestimmte Wellenlänge eine Kopplung zwischen einem Sende- oder Empfangsbauelement und einem Lichtwellenleiter erfolgt.

5

Das Modul 1 weist ein Sende- oder Empfangsbauelement 10, insbesondere eine Laserdiode oder eine Photodiode auf, das in einem TO-Gehäuse 20 angeordnet ist. Das TO-Gehäuse 20 wird in einem Anschluß- oder Montagegehäuse 30 gehalten, das eine Halteplatte 31 mit Halteelementen 32 zur Befestigung eines Montageröhrchens 40 aufweist. Das Montageröhrchen 40 nimmt zwei Lichtwellenleiterabschnitte 51, 52 auf, die jeweils in einer Glasferrule 61, 62 fixiert sind.

15 Dabei ist das Sende- oder Empfangsbauelement im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Laserdiode 10, die auf einem vorzugsweise aus Silizium bestehenden Träger 11 angeordnet (vgl. Fig. 3a). Über ein Umlenkprisma 12 wird von der Laserdiode 10 ausgesandtes Licht auf eine Koppellinse 13 umgelenkt und von dieser nach oben abgestrahlt.

Das TO-Gehäuse 20 weist eine Bodenplatte 21 mit vier elektrischen Durchführungen auf, die der elektrischen Kontaktierung des Laserchips 10 sowie einer Monitordiode 14 dienen. Weiter weist das TO-Gehäuse einen Gehäuseteil 22 auf, der an seiner Oberseite ein Fenster 23 ausbildet, so daß Licht der Laserdiode 10 nach oben abgestrahlt oder, sofern die Anordnung prinzipiell gleich im Aufbau als Empfangseinheit ausgebildet ist, Licht zur Detektion auf ein Empfangsbauelement fallen kann. TO-Gehäuse sind im Stand der Technik an sich bekannt, so daß auf eine weitere Erläuterung hierzu verzichtet wird.

Das Anschlußgehäuse 30 weist ein zylindrisches Aufnahmeteil 33 und die bereits erwähnte Halte- bzw. Montageplatte 31 auf. Das Aufnahmeteil 33 dient dabei der Aufnahme des TO-Gehäuses 20. Die Halteplatte 31, die gemäß Figur 2b ebenfalls ein

Fenster 31a aufweist, weist zwei beabstandete, aneinander gegenüberstehende und sich längserstreckende Halteelemente 32 auf, deren oberen Enden umgebogen sind und Führungsflächen 32a ausbilden. Die Halteelemente 32 dienen der Aufnahme des Montageröhrchens 40 (auch als „split sleeve“ bezeichnet), das korrespondierend zu den Aufnahmeflächen 32a zwei diametral gegenüberliegende Längsnuten 41 aufweist. Das Montageröhrchen 40 kann in einfacher Weise spielfrei auf die Halteelemente aufgeschoben werden.

Das Montageröhrchen 40 weist einen durchgehenden Längsschlitz 42 auf, der derart in Bezug auf die Halteplatte ausgerichtet ist, daß er senkrecht nach unten zeigt und somit von der Sendediode 10 ausgestrahltem Licht durchstrahlt werden kann.

In die Montageröhrchen 40 sind spielfrei zwei Glasferrulen 61, 62 mit jeweils angeschrägten Stirnflächen 61a, 61b derart angeordnet, daß die Stirnflächen im wesentlichen fügespaltfrei aneinander liegen. Das mit dem Längsschlitz 42 versehene Montageröhrchen 40 übt dabei eine leichte Federkraft auf die Glasferrulen 61, 62 aus, wobei Toleranzen des Innendurchmessers des Montageröhrchens 40 ausgeglichen werden.

Eine Montage der Glasferrulen 61, 62 in dem Montageröhrchen 40 erfolgt in einfacher Weise dadurch, daß durch Erzeugung eines axialen Drucks auf die Glasferrulen 61, 62 diese aneinandergedrückt werden, wobei eine eventuell noch nicht vorhandene Koplanarität durch Drehung der einzelnen Ferrulen um ihre gemeinsame Achse 7 herbeigeführt wird.

Die Achse 7 des Montageröhrchens 40 verläuft dabei senkrecht zur Achse 8 des TO-Gehäuses 20 und des Anschlußgehäuses 30.

Wie im folgenden insbesondere anhand der Figuren 3a, 3b erläutert wird, sind die Stirnflächen 61a, 62a der Ferrulen mit einem Winkel von 45° angeschrägt. In den Ferrulen sind

Lichtwellenleiter 51, 52 fixiert, die ebenfalls angeschrägte Stirnflächen aufweisen, und zwar unter dem gleichen Winkel, um die Koplanarität zu gewährleisten. Die Lichtwellenleiter 51, 52 bilden in den jeweiligen Glasferrulen 61, 62

- 5 Lichtwellenleiterabschnitte aus, die an den angeschrägten Stirnflächen aneinandergesetzt werden.

- Bei den Lichtwellenleitern 51, 52 handelt es sich um Glasfasern, die einen Kernbereich 51b, 52b und einen
- 10 Fasermantel 51c, 52c aufweisen. Die Stirnflächen 51a, 52a der Glasfasern 51, 52 sind schräg poliert. Dabei ist die Stirnfläche 52a des einen Lichtwellenleiterabschnitts 52 mit einem wellenlängenselektiven Filter 9 beschichtet, der als wellenselektiver Spiegel wirkt und dafür sorgt, daß von der
- 15 Laserdiode 10 ausgesandtes und auf die Stirnfläche 52a des Lichtwellenleiterabschnitts 52 gelenktes Licht ausschließlich in den Lichtwellenleiterabschnitt 52 eingekoppelt wird, während in entgegengesetzter Richtung im
- Lichtwellenleiterabschnitt 52 geleitete Lichtsignale anderer
- 20 Wellenlänge (und damit einem anderen Datenkanal zugehörend) die Stirnfläche 52a und anschließend die Stirnfläche 51a transparent passieren und in dem Lichtwellenleiterabschnitt 51 weitergeleitet werden. Die andere Stirnfläche 51a ist nicht beschichtet und für alle Wellenlängen lichtdurchlässig.

- 25 Es wird darauf hingewiesen, daß im Ausführungsbeispiel der Figur 3b der Kern 51b des Lichtwellenleiterabschnitts 51 einen größeren Durchmesser aufweist als der Kern des 52b des Lichtwellenleiterabschnitts 52. Dies ist insbesondere dann
- 30 vorteilhaft, wenn das durch die Stirnfläche des Lichtwellenleiterabschnitts 51 mit vergrößertem Kern 51b durchtretende Licht auf einen Empfänger mit vergrößerter lichtempfindlicher Schicht abgebildet werden soll.

- 35 Im Bereich der aneinander angrenzenden Stirnflächen 61a, 62a der Glasferrulen 61, 62 ist in der Montagehülse 40 eine kreisförmige Öffnung 43 ausgebildet, durch die ein in seiner



Brechzahl angepaßtes Immersionsmittel eingegeben werden kann, das einen eventuell noch vorhandenen Spalt zwischen den beiden aneinander angrenzenden Stirnflächen der Ferrulen und insbesondere der Lichtwellenleiter 51, 52 füllt.

5

Die Funktion des erfindungsgemäßen Moduls wird nachfolgend anhand der Figur 2c erläutert. Danach wird von der Laserdiode 10 ausgesandtes Licht über die Koppellinse 13 fokussiert und durch die Fenster 23 des TO-Gehäuses und 31a der Halteplatte 10 31 sowie durch den Längsspalt 42 des Montageröhrchens 40 auf den unteren, schräg vorstehenden Abschnitt 62b der Glasferrule 62 geleitet. Die Glasferrule ist für das Licht der Laserdiode 10 transparent, so daß das Licht durch die Glasferrule 62 hindurchtritt und auf die Stirnfläche 52a des 15 Lichtwellenleiterabschnitts 52 fällt. Die Lichteinfallrichtung ist dabei winklig (hier: senkrecht) zur Achse (7) des Wellenleiterabschnitts 52. Aufgrund der wellenlängenselektiven Verspiegelung der Stirnfläche 52a wird das auf die Stirnfläche gelenkte Licht der Sendediode (im 20 dargestellten Ausführungsbeispiel nach links) in den Lichtwellenleiterabschnitt 52 umgelenkt und eingekoppelt. Dabei tritt das Licht zunächst durch den Mantel des Lichtwellenleiterabschnitts und fällt von dort auf den Kernbereich, wo es unter einem Einfallswinkel von  $45^\circ$  25 weitestgehend reflektiert wird. Der wellenlängenselektive Filter ist dabei derart ausgelegt, daß er gerade für die von der Laserdiode 10 ausgesandte Wellenlänge reflektierend ist. Für andere Wellenlängen ist die Schnittstelle zwischen den beiden Lichtwellenleiterabschnitten 52, 51 dagegen 30 weitestgehend transparent, so daß von links in den Wellenleiterabschnitt 52 eingekoppeltes Licht in den Wellenleiterabschnitt 51 weitergeleitet wird.

Bei gleicher Anordnung kann das Sende- oder 35 Empfangsbauelement 10 auch eine Empfangsdiode sein, wobei Licht einer bestimmten Wellenlänge von der mit einem wellenlängenselektiven Filter beschichteten Stirnfläche 52a

umgelenkt wird, den Mantel des Lichtwellenleiters und die Glasferrule durchtritt und winklig (hier: senkrecht) zur Achse 7 des Lichtwellenleiterabschnitts in Richtung des Empfangsbauelements 10 abgestrahlt wird.

5

Es wird darauf hingewiesen, daß eine Einkopplung von Licht vom Sende- oder Empfangsbauelement 10 in oder aus dem Lichtwellenleiterabschnitt 52 auch unter einem anderen Winkel als  $45^\circ$  erfolgen kann, beispielsweise unter einem Winkel von 10  $46^\circ$ ,  $47^\circ$  oder auch  $60^\circ$ . Hierzu ist das TO-Gehäuse beispielsweise mit seiner Achse 8 nicht senkrecht zu der Lichtwellenleiterachse 7 angeordnet (wie in Fig. 1, 2), sondern geringfügig gegenüber dem Lichtwellenleiter 51, 52 gekippt. Auch liegt es im Rahmen der Erfindung, daß die 15 beiden Stirnflächen der Lichtwellenleiterabschnitte 51, 52 nicht beide einen Winkel von  $45^\circ$  aufweisen. Wichtig ist allein, daß das Licht unter einem Winkel auf die Stirnfläche des jeweiligen Lichtwellenleiterabschnittes fällt, daß das Licht an der Stirnfläche umgelenkt und mit einer hohen 20 Einfügekopplung in den Lichtwellenleiterabschnitt eingekoppelt wird.

Das in den Figuren 1 bis 3 dargestellte Modul stellt einen Grundbaustein eines Baukastens dar, mit dem vielfältigste 25 Möglichkeiten der Realisierung eines Sende- und/oder Empfangsmoduls für eine optische Datenübertragung realisierbar ist. Beispielsweise kann vorgesehen sein, daß mehrere Sendeanordnungen gemäß Figur 1 oder Empfangsanordnungen gemäß Figur 1 hintereinander in Richtung 30 der optischen Achse eines Lichtwellenleiters angeordnet sind, wobei eine Lichtein- oder -auskopplung jeweils über eine angeschrägte Stirnfläche eines Lichtwellenleiterabschnitts erfolgt, so daß mehrere Wellenlängen nacheinander in einen Lichtwellenleiter eingekoppelt und/oder ausgekoppelt werden. 35 Es lassen sich je nach Bedarf vielfältigste Möglichkeiten eines Multiplexers/Demultiplexens verwirklichen.

In den Figuren 4a bis 4d ist hierzu ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei der mehrere Wellenleiterabschnitte in der genannten Art und Weise zum Einkoppeln einer Wellenlänge und Auskoppeln zweier weiterer Wellenlängen eingesetzt werden  
5 (sogenanntes Tri-Port bidirektionales Bauelement).

Wie insbesondere der Schnittdarstellung der Figur 4d zu entnehmen ist, befinden sich in einem durchgehenden Montageröhrchen 140 drei Lichtwellenleiterabschnitte 151,  
10 152, 153 mit jeweils unter einem Winkel von  $45^\circ$  polierten Stirnflächen. Zum Einbringen eines Immersionsmittels sind in das Montageröhrchen 140 entsprechend den Fig. 1 bis 3 mehrere kreisförmige Öffnungen 143 eingebracht.

15 Einer Stirnfläche jedes Lichtwellenleiterabschnittes ist ein in einem TO-Gehäuse angeordnetes Sende- oder Empfangselement zugeordnet. Dementsprechend sind drei TO-Gehäuse 120a, 120b, 120c vorgesehen, von denen die beiden linken TO-Gehäuse ein Empfangsbauelement 110a, 110b und das rechte TO-Gehäuse 120c  
20 eine Sendebauelement 110c aufweist. Das TO-Gehäuse 120c entspricht dabei dem TO-Gehäuse 20 der Figur 1. Die TO-Gehäuse 120a, 120b weisen grundsätzlich den gleichen Aufbau auf wie das TO-Gehäuse 20 der Figur 1, wobei dem Empfangsbauelement 110a, 110b jeweils noch ein Vorverstärker  
25 114a, 114b zugeordnet ist. Wiederum ist eine Koppellinse 113a, 113b vorgesehen, die das von der Stirnfläche des Lichtwellenleiterabschnitts 151, 152 umgelenkte und in Richtung des Empfangsbauelements 110a, 110b abgestrahlte Licht auf die optisch aktive Fläche des Empfangsbauelements  
30 110a, 110b fokussiert.

Bei dem erfindungsgemäßen Modul der Figur 4 ist die linke Stirnfläche 153a des Lichtwellenleiterabschnitts 153 derart mit einem wellenlängenselektiven Filter versehen, daß vom  
35 Sendebauelement 110c ausgestrahltes Licht der Wellenlänge  $\lambda_3$  in den Lichtwellenleiterabschnitt 153 eingekoppelt und nach rechts umgeleitet wird. Von der rechten Seite in nicht

näher dargestellter Weise eingekoppelte Lichtsignale der Wellenlängen  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  passieren die Stirnfläche 153a dagegen ungestört (und natürlich auch die angrenzende, nicht beschichtete Stirnfläche des mittleren Wellenleiterabschnitts 152).

Es wird nun die Wellenlänge  $\lambda_2$  an der linken Stirnfläche 152a mittels eines entsprechend ausgelegten wellenlängenselektiven Filters in Richtung des Empfangsbauelements 110b und Licht der Wellenlänge  $\lambda_1$  an der linken Stirnfläche 151a des Lichtwellenleiterabschnitts 151 in Richtung des Empfangsbauelements 110a ausgekoppelt, wodurch ein Demultiplexen der beiden Wellenlängen  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  erfolgt.

Durch Hinzufügen weiterer entsprechender Einheiten können weitere Wellenlängen ausgekoppelt oder eingekoppelt werden. Es wird somit ein anpassungsfähiges Modul zum Multiplexen und/oder Demultiplexen optischer Signale bereitgestellt, mit dem Lichtsignale verschiedener Datenkanäle in einen Lichtwellenleiter vereinigt bzw. die einzelnen Kanäle getrennt detektiert werden können.

Die Figur 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem das Sende- oder Empfangsbauelement (nicht gesondert dargestellt) nicht in einem TO-Gehäuse angeordnet ist, sondern in einem schematisch dargestellten Halbleitergehäuse 20'. Das Halbleitergehäuse 20' beherbergt einen Träger (nicht dargestellt) für das Sende- oder Empfangsbauelement und eine Anschlußkontaktierung 24', über die das Sende- oder Empfangsbauelement mit einer Leiterplatte verbindbar ist.

In einem bevorzugt durchgehenden Montageröhrchen 40' sind entsprechend Figur 1 mehrere Lichtwellenleiterabschnitte 51', 52', 53', 54' ausgebildet. Das Montageröhrchen 40' ist ähnlich Figur 1 auf den Halbleitergehäusen 20' befestigt (nicht dargestellt). Zum Lichtdurchtritt weisen die Halbleitergehäuse an ihrer dem Montageröhrchen zugewandten

Seite jeweils eine Lichtaustrittsöffnung 23' auf.

Die Funktionsweise des Moduls ist die gleiche wie bei den zuvor beschriebenen Modulen, so daß auf die diesbezüglichen Erläuterungen verwiesen wird.

In Figur 6 ist die Einfügedämpfung bei Einkopplung von Licht in eine Lichtfaser in Abhängigkeit von dem Ort der Einkopplung des Lichts für mehrere Kopplungsarten grafisch dargestellt. Dabei erfolgte bei den Meßkurven A, D eine Einkopplung entsprechend der Anordnung der Figur 7b, wonach eine erfindungsgemäße Einkopplung über eine angeschrägte, verspiegelte Stirnfläche, die das eingestrahlte Licht in den Lichtwellenleiter umlenkt, erfolgt. Die Meßkurven B, C geben Einkopplungen wieder, bei denen alternativ eine stirnseitige Einkopplung gemäß der Figur 7a erfolgte.

Bei der Kurve A wurde zur Simulation von Kopplungstoleranzen der Fokus der eingekoppelten Strahlung in Y-Richtung, bei der Meßkurve D in Y-Richtung aus dem Kernbereich der Faser heraus verschoben. Der Wert „0 µm“ gibt dabei die Mitte des Faserkerns an. Ebenso erfolgte bei der Meßkurve B eine Verschiebung in X-Richtung und bei der Meßkurve C eine Verschiebung in Y-Richtung.

Die dargestellten Meßkurven zeigen, daß bei einer optimalen Einkopplung (Verschiebung = 0 µm) die Einfügedämpfung bei der erfindungsgemäßen 45°-Einkopplung bei etwa - 5 dB liegt und damit etwas größer ist als die Einfügedämpfung bei einer stirnseitigen Einkopplung, die bei etwa - 3 dB liegt. Allerdings sind die Kurven für die 45°-Einkopplung flacher, d.h. es liegt eine höhere Toleranz gegenüber Kopplungstoleranzen vor. Bei der verwendeten Messung hatte der Wellenleiterkern einen Durchmesser von 9 µm.

## Patentansprüche

1. Elektro-optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale mindestens zweier optischer Datenkanäle,  
5 die in einem Lichtwellenleiter geführt werden, mit mindestens einem Sendebauelement (10), dessen Licht in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird und/oder mindestens einem Empfangsbauelement (10), das aus dem Lichtwellenleiter ausgekoppeltes Licht empfängt,  
10 dadurch gekennzeichnet,  
daß der Lichtwellenleiter in dem Modul mindestens zwei Lichtwellenleiterabschnitte (51, 52) mit jeweils mindestens einer angeschrägten Stirnfläche (51a, 51b) ausbildet, wobei die Lichtwellenleiterabschnitte (51, 52) an den angeschrägten  
15 Stirnflächen (51a, 51b) axial hintereinander positioniert sind, und für einen bestimmten optischen Datenkanal eine Lichteinkopplung in oder Lichtauskopplung aus dem Lichtwellenleiter erfolgt, indem Licht des optischen Datenkanals unter einem Winkel zur optischen Achse (7) des  
20 Lichtwellenleiters auf eine angeschrägte Stirnfläche (52a) geleitet wird oder aus dieser austritt.
2. Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Stirnfläche (52a)  
25 mindestens eines Lichtwellenleiterabschnitts mit einem wellenlängenselektiven Filter (9) beschichtet ist.
3. Modul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnflächen (51a, 51b) zweier  
30 aneinandergrenzender Lichtwellenleiterabschnitte koplanar sind.
4. Modul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel der Stirnflächen (51a,  
35 51b) gegenüber der optischen Achse (7) des Lichtwellenleiters im wesentlichen 45° beträgt.

5. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtwellenleiterabschnitte (51, 52) jeweils in einer Glasferrule (61, 62) angeordnet sind, die für Licht der verwendeten Wellenlängen transparent ist und an ihren Enden eine den Lichtwellenleiterabschnitten (51, 52) entsprechend angeschrägte Stirnfläche (61a, 62a) aufweist.
6. Modul nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch ein Montageröhrchen (40), das die einzelnen Glasferrulen (61, 62) und die darin angeordneten Lichtwellenleiterabschnitte (51, 52) aufnimmt und axial zueinander positioniert.
7. Modul nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Montageröhrchen (40) einen Längsschlitz (42) aufweist und die Glasferrulen (61, 62) dabei federnd umfaßt.
8. Modul nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Montageröhrchen (40) Fixiermittel (41), insbesondere Längsnuten, zur Fixierung des Montageröhrchens an einer Halterung (31, 32) ausgebildet sind.
9. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein eventueller Spalt zwischen den Stirnflächen (51a, 51b) aneinander angrenzender Lichtwellenleiterabschnitte (51, 52) durch ein in seiner Brechzahl angepaßtes Immersionsmittel gefüllt ist.
10. Modul nach den Ansprüchen 6 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Montageröhrchen (40) im Bereich der aneinander angrenzenden Lichtwellenleiterabschnitte (51, 52) jeweils eine radiale Öffnung (43) zum Einführen des Immersionsmittels ausgebildet ist.

11. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Modul in Richtung der optischen Achse (7) des Lichtwellenleiters bzw. der Lichtwellenleiterabschnitte (151, 152, 153) mehrere
- 5 Sende- oder Empfangsbaulemente hintereinander (110a, 110b, 100c) angeordnet sind, denen jeweils eine angeschrägte Stirnfläche (151a, 152a, 153a) eines Lichtwellenleiterabschnitts (151, 152, 153) zugeordnet ist.
- 10 12. Modul nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Achse eines Sende- oder Empfangsbaulements (10, 110a, 110b, 110c) im wesentlichen senkrecht zu der optischen Achse (7) des zugeordneten Lichtwellenleiterabschnitts (52, 151, 152, 153)
- 15 verläuft.
13. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sende- oder Empfangsbaulemente (10, 110a, 110b, 110c) jeweils in einem
- 20 TO-Gehäuse (20, 120a, 120b, 120c) angeordnet sind.
14. Modul nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch ein jedem TO-Gehäuse (20) zugeordnetes Montagegehäuse (30), das zum einen das TO-Gehäuse (20) aufnimmt und zum anderen
- 25 einen Haltesockel (31) zur Aufnahme und Halterung des Montageröhrchens (40) aufweist, wobei das Gehäuse (30) ein Lichtdurchtrittsfenster besitzt oder aus einem lichtdurchlässigen Material besteht.
- 30 15. Modul nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Sende- oder Empfangselement in einem Halbleitergehäuse (20') angeordnet ist, das auf einer Leiterplatte befestigbar ist und auf dessen einen Seite das Montageröhrchen (40') befestigt ist.
- 35 16. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang



zwischen einer Stirnfläche (52a) eines Lichtwellenleiterabschnittes und dem zugeordneten Sende- oder Empfangsbaulement (10) jeweils eine Koppellinse (13) angeordnet ist.

5

17. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiterkern sich von einem ersten Lichtwellenleiterabschnitt zu einem benachbarten Lichtwellenleiterabschnitt vergrößert.

10

18. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (51, 52) ein Single-Mode-Wellenleiter ist.

15

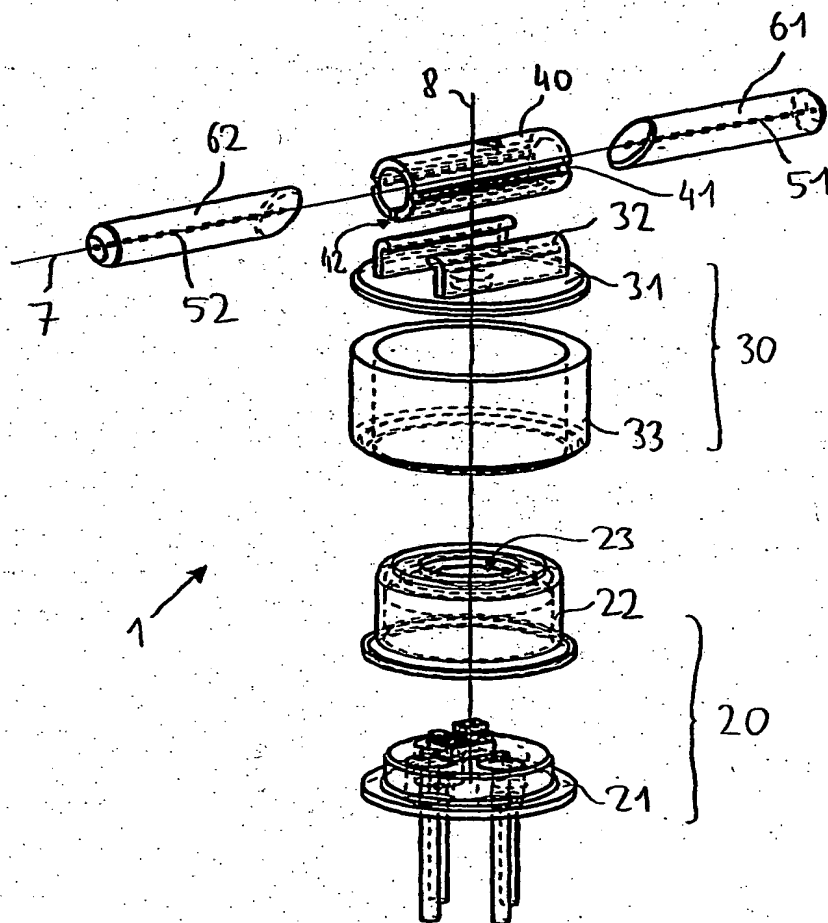
19. Modul nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Stirnflächen (151a, 152a, 153a) der Lichtwellenleiterabschnitte (151, 152, 153) mit wellenlängenselektiven Filtern für unterschiedliche Wellenlängen beschichtet sind, wobei jeder wellenlängenselektive Filter einem der optischen Datenkanäle zugeordnet ist.

20

20. Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aneinandergrenzenden Stirnflächen zweier Lichtwellenleiterabschnitte (51, 52) einen Strahlteiler, insbesondere einen 50/50 Strahlteiler ausbilden.

25

Fig. 1



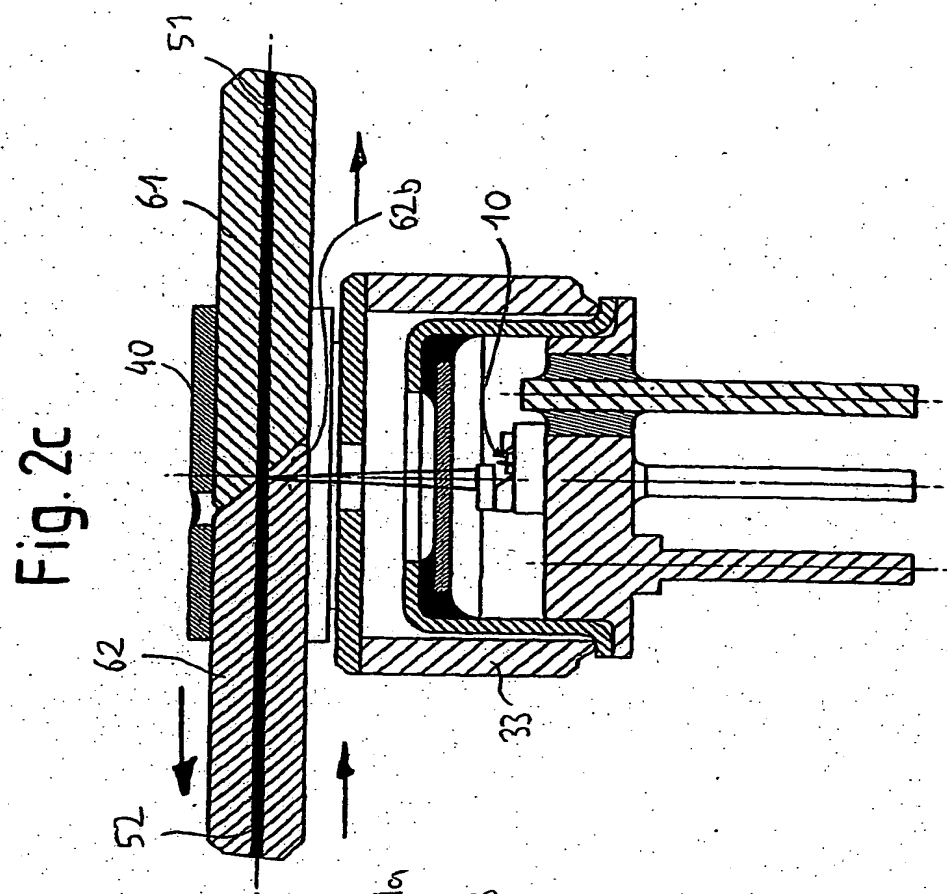
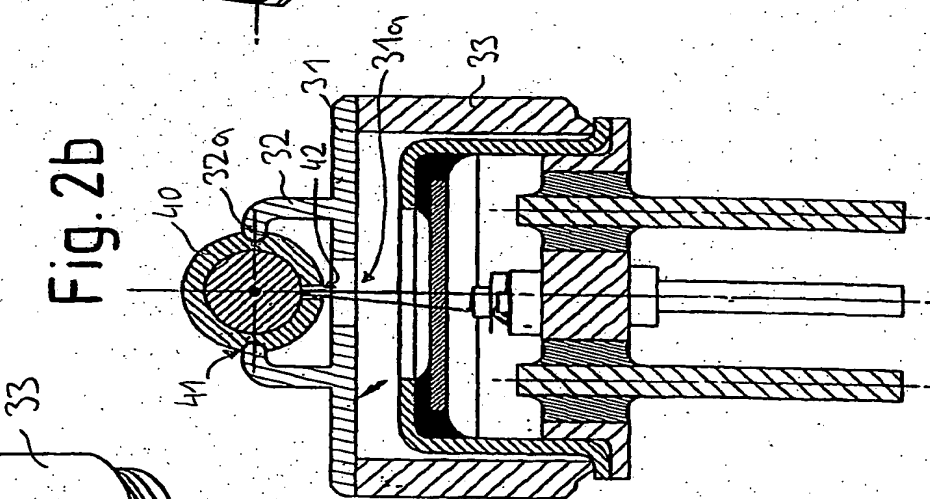
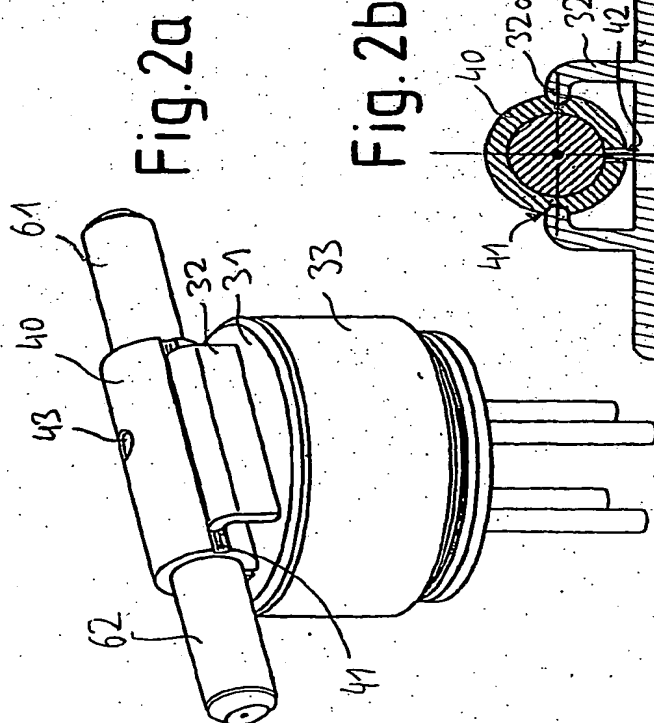


Fig. 3a

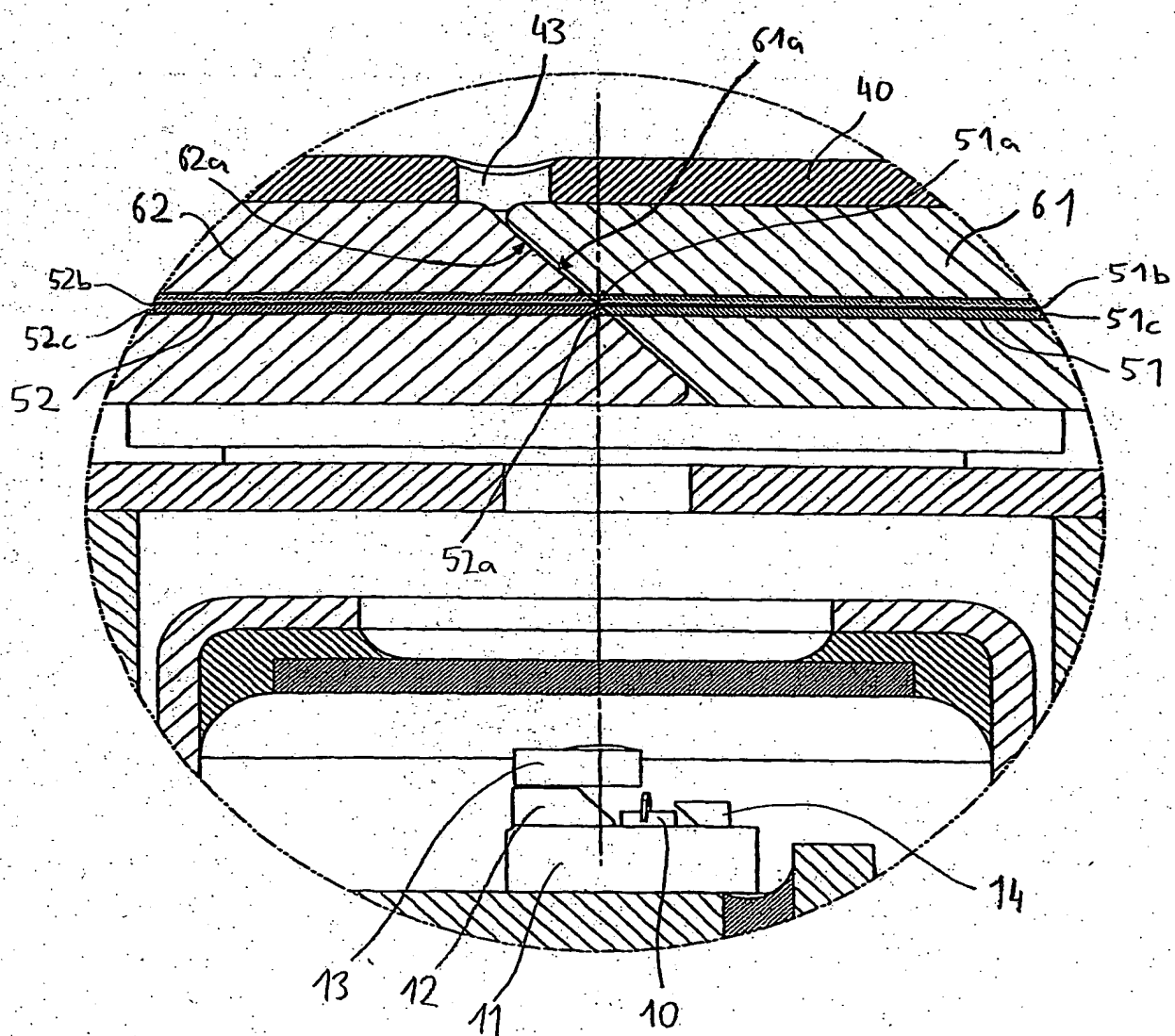
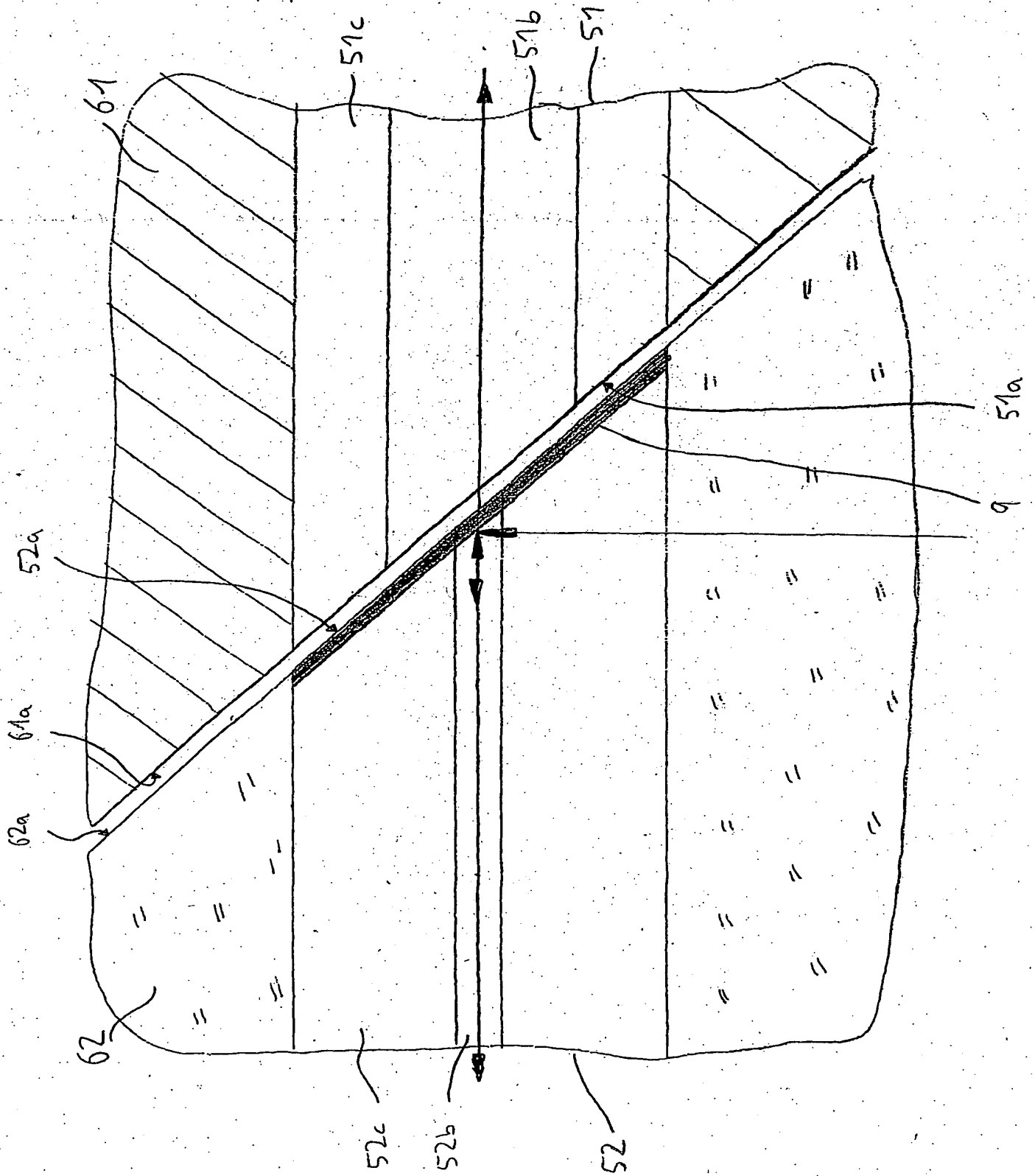


Fig. 3b



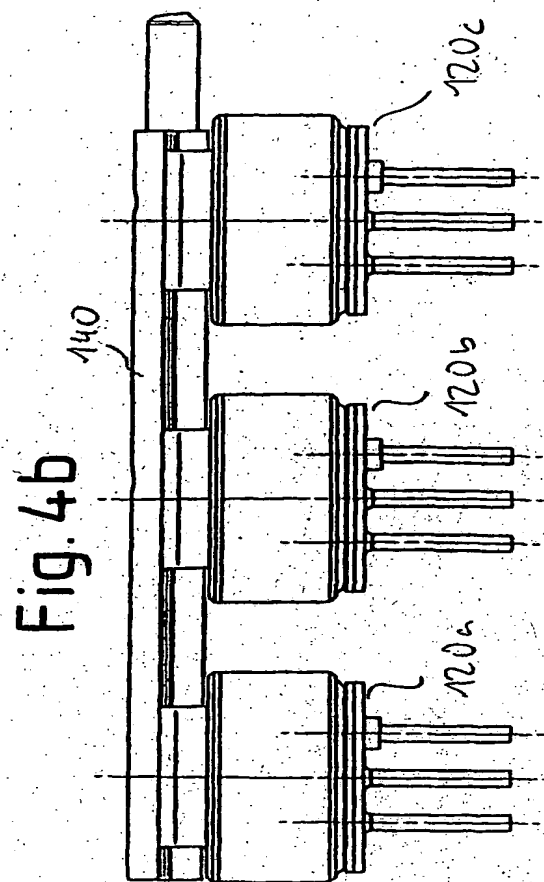


Fig. 4c

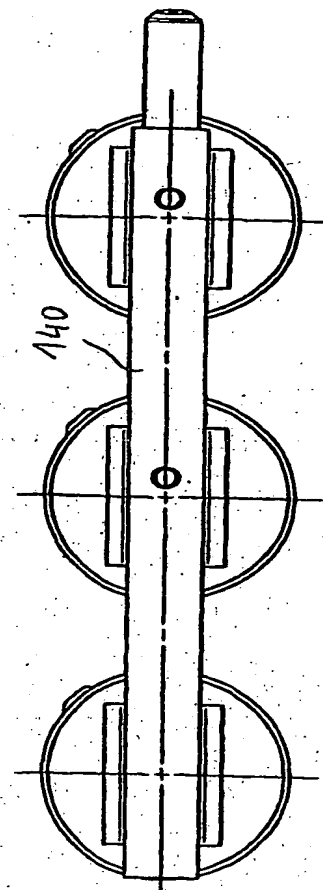


Fig. 4a

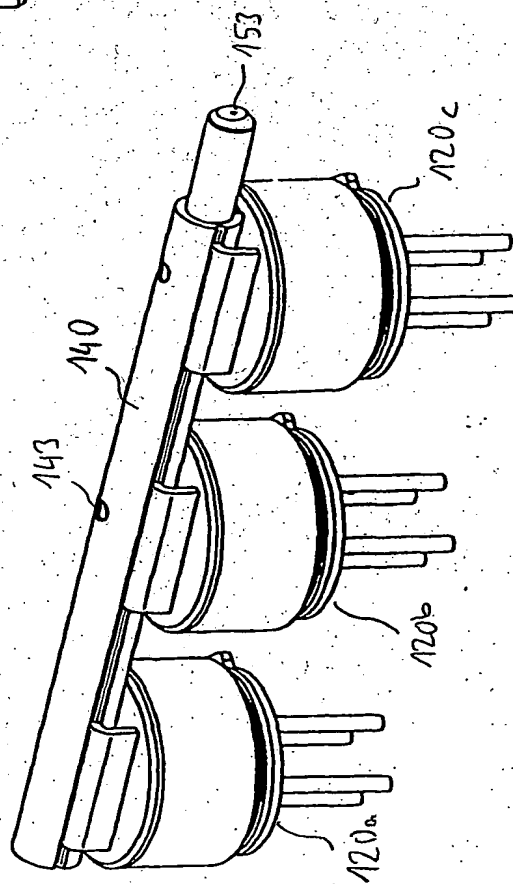


Fig. 4d

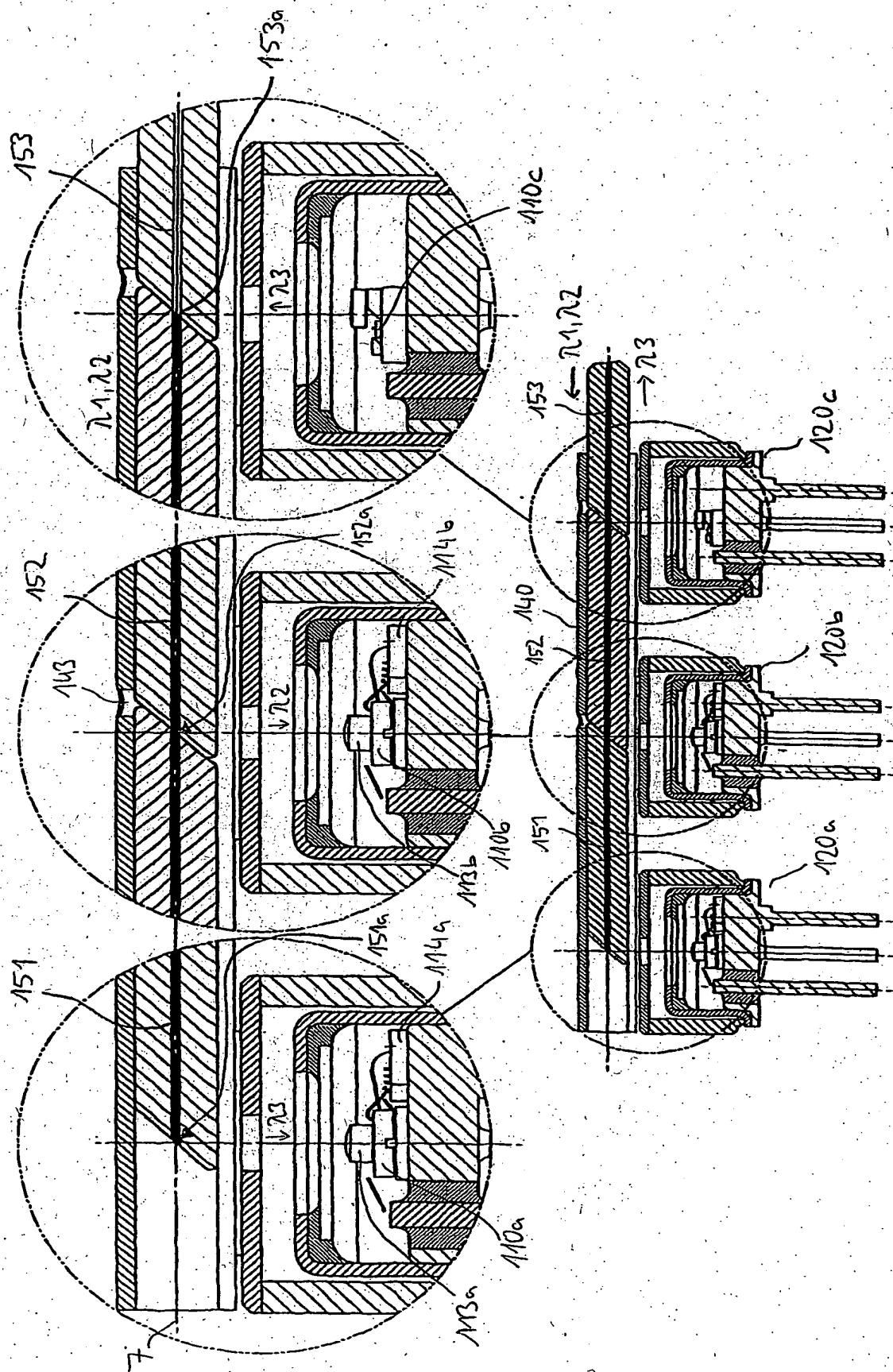


Fig. 5a

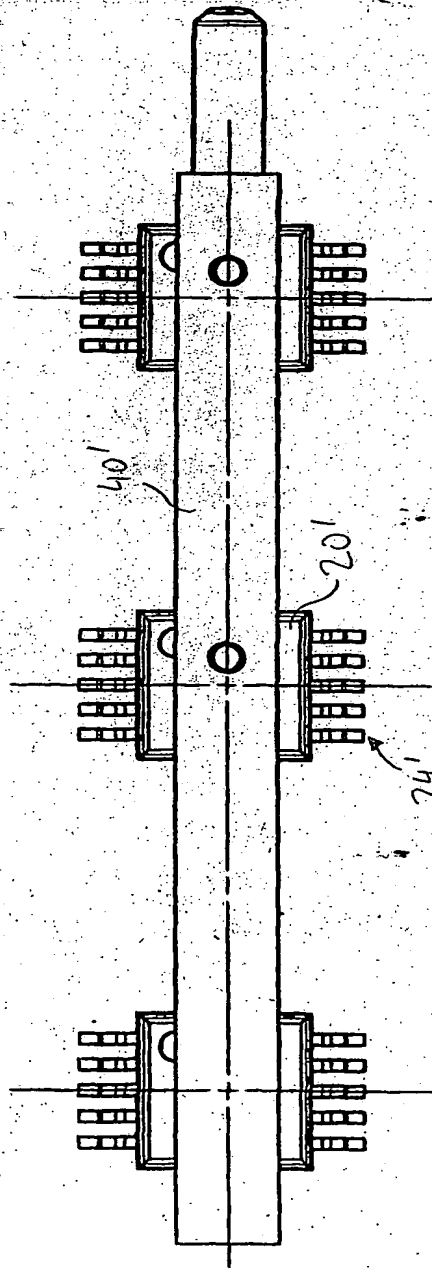


Fig. 5b

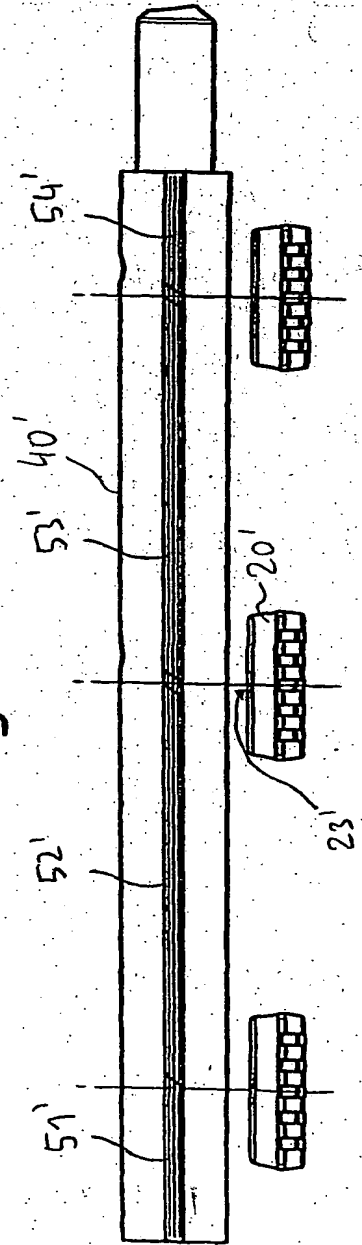


Fig. 5c

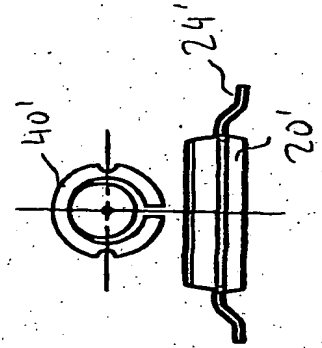




Fig. 6

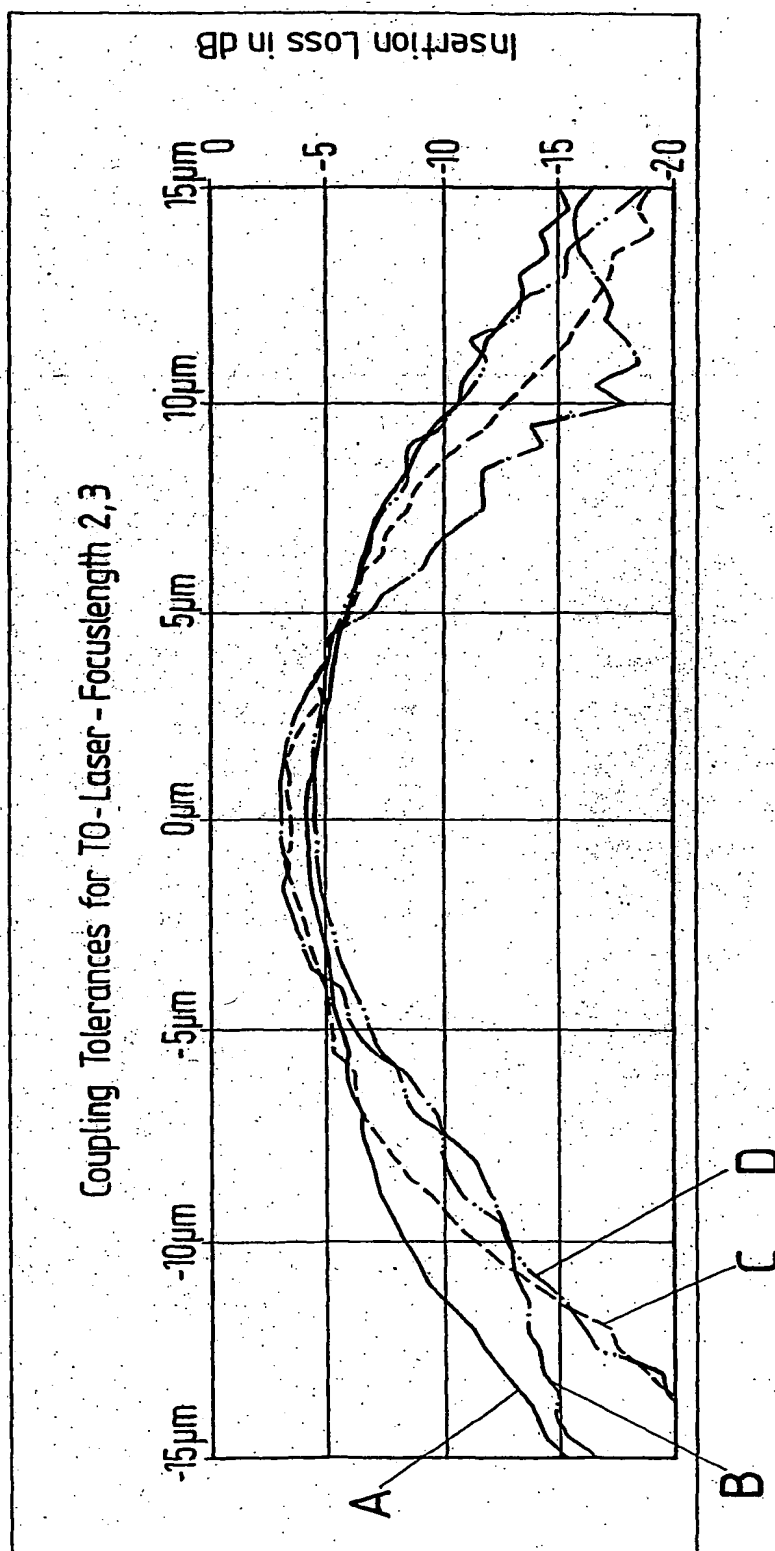


Fig. 7a

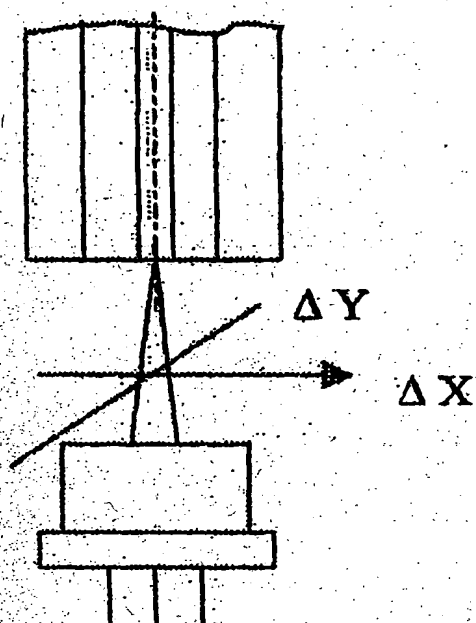
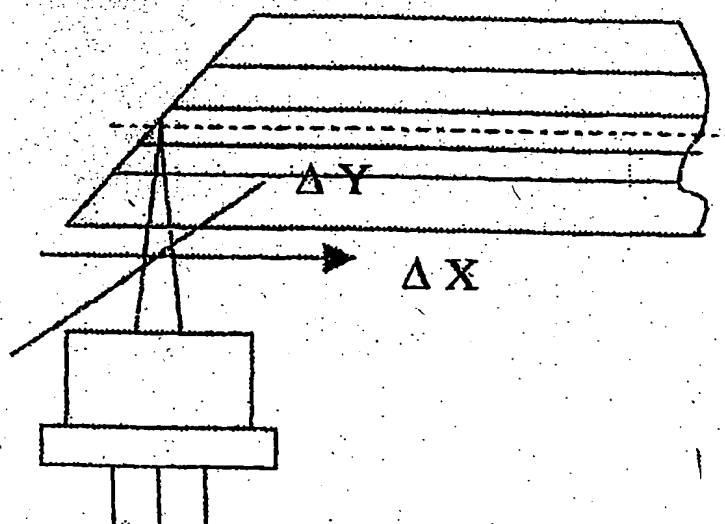


Fig. 7b



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 01/02077

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02B6/42 G02B6/293

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched: (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 881 789 A (LEVINSON FRANK H) 21 November 1989 (1989-11-21)  the whole document	1-5, 11, 12, 16, 19, 20
A	* idem *	6, 15
X	EP 0 844 503 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 27 May 1998 (1998-05-27)  figures 1, 5, 12, 13, 18, 31 column 13, line 33 - column 14, line 32 column 18, line 57 - column 20, line 42 column 27, line 13 - line 44 column 28, line 28 - column 29, line 34 column 32, line 40 - line 50  -/-	1, 3, 9, 11, 12, 17, 18



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 April 2002

Date of mailing of the international search report

16/04/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mathyssek, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In tional Application No

PCT/DE 01/02077

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 549 782 A (MILLER STEWART E) 29 October 1985 (1985-10-29) the whole document	1,10
A	US 4 776 660 A (MAHLEIN HANS F. ET AL) 11 October 1988 (1988-10-11) column 1, line 8 -column 3, line 34 column 7, line 11 -column 9, line 41 figure	1-4,19
A	US 4 611 884 A (ROBERTS HAROLD) 16 September 1986 (1986-09-16) figures column 2, line 57 -column 5, line 68	1,4,9, 13,14,16
A	EP 1 008 876 A (LITTON SYSTEMS INC) 14 June 2000 (2000-06-14) column 4, line 45 -column 9, line 57	1,2,4, 11,12,16
A	US 5 841 562 A (RANGWALA SABBIR S. ET AL) 24 November 1998 (1998-11-24) the whole document	1-6,13, 14,16

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/02077

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4881789	A	21-11-1989	NONE	
EP 0844503	A	27-05-1998	EP 0844503 A1	27-05-1998
			CN 1191023 A	19-08-1998
			WO 9706458 A1	20-02-1997
			JP 2001066473 A	16-03-2001
			JP 2001188147 A	10-07-2001
			JP 2001264594 A	26-09-2001
US 4549782	A	29-10-1985	EP 0151130 A1	14-08-1985
			JP 60501524 T	12-09-1985
			WO 8404973 A1	20-12-1984
US 4776660	A	11-10-1988	EP 0234280 A1	02-09-1987
			JP 62186207 A	14-08-1987
US 4611884	A	16-09-1986	DE 3315861 A1	30-05-1984
			FR 2536546 A1	25-05-1984
			US 4699453 A	13-10-1987
EP 1008876	A	14-06-2000	EP 1008876 A2	14-06-2000
			JP 2000180653 A	30-06-2000
US 5841562	A	24-11-1998	US 5844947 A	01-12-1998

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02077

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 G02B6/42 G02B6/293

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G02B H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 881 789 A (LEVINSON FRANK H) 21. November 1989 (1989-11-21)	1-5, 11, 12, 16, 19, 20
A	das ganze Dokument * idem *	6, 15
X	EP 0 844 503 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 27. Mai 1998 (1998-05-27)  Abbildungen 1, 5, 12, 13, 18, 31 Spalte 13, Zeile 33 - Spalte 14, Zeile 32 Spalte 18, Zeile 57 - Spalte 20, Zeile 42 Spalte 27, Zeile 13 - Zeile 44 Spalte 28, Zeile 28 - Spalte 29, Zeile 34 Spalte 32, Zeile 40 - Zeile 50  -/-	1, 3, 9, 11, 12, 17, 18

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. April 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/04/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mathyssek, K

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02077

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 549 782 A (MILLER STEWART E) 29. Oktober 1985 (1985-10-29) das ganze Dokument	1,10
A	US 4 776 660 A (MAHLEIN HANS F ET AL) 11. Oktober 1988 (1988-10-11) Spalte 1, Zeile 8 -Spalte 3, Zeile 34 Spalte 7, Zeile 11 -Spalte 9, Zeile 41 Abbildung	1-4,19
A	US 4 611 884 A (ROBERTS HAROLD) 16. September 1986 (1986-09-16) Abbildungen Spalte 2, Zeile 57 -Spalte 5, Zeile 68	1,4,9, 13,14,16
A	EP 1 008 876 A (LITTON SYSTEMS INC) 14. Juni 2000 (2000-06-14) Spalte 4, Zeile 45 -Spalte 9, Zeile 57	1,2,4, 11,12,16
A	US 5 841 562 A (RANGWALA SABBIR S ET AL) 24. November 1998 (1998-11-24) das ganze Dokument	1-6,13, 14,16

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02077

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4881789	A	21-11-1989	KEINE	
EP 0844503	A	27-05-1998	EP 0844503 A1	27-05-1998
			CN 1191023 A	19-08-1998
			WO 9706458 A1	20-02-1997
			JP 2001066473 A	16-03-2001
			JP 2001188147 A	10-07-2001
			JP 2001264594 A	26-09-2001
US 4549782	A	29-10-1985	EP 0151130 A1	14-08-1985
			JP 60501524 T	12-09-1985
			WO 8404973 A1	20-12-1984
US 4776660	A	11-10-1988	EP 0234280 A1	02-09-1987
			JP 62186207 A	14-08-1987
US 4611884	A	16-09-1986	DE 3315861 A1	30-05-1984
			FR 2536546 A1	25-05-1984
			US 4699453 A	13-10-1987
EP 1008876	A	14-06-2000	EP 1008876 A2	14-06-2000
			JP 2000180653 A	30-06-2000
US 5841562	A	24-11-1998	US 5844947 A	01-12-1998